



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DA INFUSÃO RUMINAL DE AMÔNIA SOBRE O  
APROVEITAMENTO DE FENO DO CAPIM-BUFFEL PARA  
CAPRINOS**

**ANGÉLICA SOARES DE MENDONÇA LOPES**

**AREIA - PB**

**ABRIL - 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DA INFUSÃO RUMINAL DE AMÔNIA SOBRE O**  
**APROVEITAMENTO DE FENO DO CAPIM-BUFFEL PARA**  
**CAPRINOS**

**ANGÉLICA SOARES DE MENDONÇA LOPES**

Zootecnista

**AREIA - PB**

**ABRIL – 2018**

ANGÉLICA SOARES DE MENDONÇA LOPES

**EFEITO DA INFUSÃO RUMINAL DE AMÔNIA SOBRE O  
APROVEITAMENTO DE FENO DO CAPIM-BUFFEL PARA  
CAPRINOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Areia-PB, como requerimento parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal.

**Comitê de orientação:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Silva de Oliveira - Orientador Principal (CCA/UFPB)

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**AREIA - PB**

**ABRIL – 2018**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

L864e Lopes, Angélica Soares de Mendonça.

Efeito da infusão ruminal de amônia sobre o aproveitamento de feno do capim-buffel para caprinos / Angélica Soares de Mendonça Lopes. - Areia, 2018.

49 f. : il.

Orientação: Juliana Silva de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA

1. Consumo. 2. Fibra em detergente neutro. 3. Proteína degradada no rúmen. 4. Rúmen. 5. Ureia. I. Oliveira, Juliana Silva de. II. Título.

UFPB/BC



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "EFEITO DA INFUSÃO RUMINAL DE AMÔNIA SOBRE O APROVEITAMENTO DO FENO DO CAPIM-BUFFEL PARA CAPRINOS"

AUTOR: Angelica Soares de Mendonça Lopes

ORIENTADOR: Juliana Silva de Oliveira

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

  
Prof.ª Dra. Juliana Silva de Oliveira  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

  
Prof.ª Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba

  
Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra  
Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande

Areia, 30 de abril de 2018

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Angélica Soares de Mendonça Lopes, nascida em 04 de junho de 1988, filha de Josefa Soares de Mendonça e Danilo Luiz Soares Lopes, natural de Guarabira- PB.

Em março de 2015 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba.

Em março de 2016, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição Animal – Ruminantes, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, concluindo-o em abril de 2018.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos.”

**Isaac Newton**

“Chegará o dia em que os homens conhecerão o íntimo dos animais, e, nesse dia, um crime contra um animal será considerado um crime para a humanidade.”

**Leonardo da Vinci**

À minha mãe Josefa Soares pelo amor e carinho dedicados a mim desde o dia que nasci,  
à minha filha Maria Luísa que me fortalece para lutar e alcançar meus objetivos. Não  
apenas esse trabalho, mas todas as minhas conquistas profissionais e pessoais.

À professora Juliana Silva de Oliveira, pessoa íntegra, de humildade sem igual,  
possuidora do que entendo ser o verdadeiro caráter de um ser humano. Pela sua  
força notável, pelo seu entusiasmo e dom em transmitir o conhecimento.

***Dedico!***



## AGRADECIMENTOS

A Deus, que nunca nos abandona e sabe o que é melhor para nós.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Professora Juliana Silva de Oliveira, pela contribuição na minha formação, ajudando-me sempre com paciência e experiência em todas as fases deste trabalho, e principalmente por ter sido exemplo constante de dedicação e responsabilidade. Agradeço a oportunidade de trabalharmos juntas.

Ao Professor Ariovaldo Nunes de Medeiros, pelo consentimento para utilização da Unidade de Pesquisa de Pequenos Ruminantes e pelas facilidades colocadas à minha disposição permitindo a realização deste trabalho. Pelas suas orientações e seus sábios conselhos.

Ao professor Edson Mauro Santos pela pronta disponibilidade, paciência e pelas valiosas contribuições neste trabalho.

Ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPGZ/CCA.

À minha mãe Josefa Soares de Mendonça, pelo seu amor, carinho, apoio incondicional e pelas palavras duras em certos momentos que hoje compreendo que foram necessárias.

À minha filha Maria Luísa e minha sobrinha Alice Moura pelo carinho e amor incondicional que me estimularam nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos: Angelina Soares de Figueiredo Moura, Cleber Tavares Moura, Danila Soares de Mendonça Lopes, Danilo Luís Soares Lopes Júnior, companheiros de todas as horas, na alegria e nas dificuldades. Vocês são os melhores irmãos que alguém poderia ter.

Aos funcionários do PPGZ Maria das Graças Medeiros, D. Carmem e Damião pela disponibilidade em ajudarmos sempre que precisamos.

À minha amiga Lavínia Soares, minha irmã de alma, pelas vezes em que enxugou as minhas lágrimas com palavras de apoio e acima de tudo por ter acreditado em mim e me fazer acreditar que eu conseguiria.

Aos meus queridos amigos, Romildo Neves, Karina Souza, Lavínia Soares e Aelson Souza pelo apoio incondicional no meu experimento e pela companhia em todas as coletas de madrugada. Sem o apoio de vocês, a execução desse trabalho teria sido impossível.

Ao grupo de pesquisa Nutriaridus, em especial a Márcia Pereira, Luana Magna, Cintia Mirely, Natália Viana, Geni Caetano pela ajuda valiosa no meu experimento.

Aos funcionários da Unidade de Pesquisa de Pequenos Ruminantes, Paulo Henrique e Jorge (Boi), que me fizeram sentir em casa, pela ótima convivência e por não terem medido esforços para me ajudar.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Juraci, Antônio (Duelo), Antônio Costa e José Sales, pela atenção e dedicação que me foram prestadas.

À Diana Mizael, Aldair Cristina, Ana Caroline, Rúbia Carla, Layse Ramos, Tatiana Bento, Candice Maria e Adeilson Melo, pela amizade verdadeira, todo amor, compreensão e apoio oferecido nos momentos felizes ou tristes, por causa de vocês hoje acredito que uma parte de nossa família somos nós que escolhemos.

Aos amigos do mestrado sempre presentes, mesmo em pesquisas diferentes, a gente sempre dava um jeitinho de se ver e conversar sobre o andamento dos projetos e matar um pouco a saudade.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho com sucesso. Muito obrigada, de coração!

.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<i>Lista de tabelas</i> .....	xii
<i>Lista de figuras</i> .....	xiii
<i>Resumo</i> .....	xiv
<i>Abstract</i> .....	xvi
<b>1.0 Introdução</b> .....	18
<b>2.0 Referencial Teórico</b> .....	20
2.1 Produção e alimentação de caprinos em regiões Semiárida.....	20
2.2 Capim-buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.).....	21
2.3 Utilização da ureia como fonte de nitrogênio não proteico pelos microrganismos do rúmen.....	23
2.4 Efeito do nitrogênio não proteico no metabolismo.....	25
<b>3.0 Material e Métodos</b> .....	28
3.1 Considerações éticas e local do experimento.....	28
3.2 Animais utilizados e dietas experimentais .....	28
3.3 Análises bromatológicas.....	30
3.4 Determinação do consumo e digestibilidade aparente .....	30
3.5 Determinação dos parâmetros ruminais .....	31
3.7 Coletas e análises de urina .....	32
3.8 Balanço de nitrogênio.....	32
3.9 Análise estatística.....	32
<b>4.0 Resultados e Discussão</b> .....	33
<b>5.0 Conclusão</b> .....	44
<b>6.0 Referências bibliográficas</b> .....	45

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1 -</b> Composição química da forragem e dos componentes dos suplementos com base na matéria seca.....	29
<b>Tabela 2 -</b> Consumo de nutrientes, com base na matéria seca e coeficiente de digestibilidade aparente de caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.....	34
<b>Tabela 3 -</b> Valores médios de N-NH <sub>3</sub> , pH ruminal e concentrações de ácidos graxos de cadeia curta em líquido ruminal de caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.....	39
<b>Tabela 4 -</b> Balanço de nitrogênio dos caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.....	42

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1 -</b>	Valores médios do pH ruminal em função do tempo e do nível de suplementação da dieta (♦ = 3, 43 mg/dl de NH <sub>3</sub> ; ■ = 9,95 mg/dl de NH <sub>3</sub> ; ▲ = 17,18 mg/dl de NH <sub>3</sub> ; × = 23,02 mg/dl de NH <sub>3</sub> ; e × = 33,68 mg/dl de NH <sub>3</sub> ).....	38
<b>Figura 2 -</b>	Valores médios da concentração de amônia ruminal em função do tempo e do nível da dieta.....	41

## EFEITO DA INFUSÃO RUMINAL DE AMÔNIA SOBRE O APROVEITAMENTO DE FENO DE CAPIM-BUFFEL PARA CAPRINOS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com nitrogênio não proteico (NNP) sobre o consumo, a digestibilidade, os parâmetros ruminais e o balanço de nitrogênio de caprinos alimentados com feno de capim-buffel. Foram utilizados cinco caprinos sem padrão racial definido (SPRD), adultos, castrados e canulados no rúmen, com peso médio de  $45 \pm 2,3$  kg. Foram fornecidas cinco dietas, onde o tratamento controle consistiu apenas da alimentação volumosa à base de feno de capim-buffel, com 5,5 % de proteína bruta (PB) com base na matéria seca (MS), fornecido *ad libitum*, enquanto os demais tratamentos da adição de níveis crescentes de suplementos nitrogenados via infusão ruminal, tendo como finalidade o aumento gradativo da concentração de amônia ruminal ( $N-NH_3$ ). Assim as concentrações foram de 3,43; 9,95; 17,18; 23,02; e 33,68 mg/dL de  $N-NH_3$  no líquido ruminal. O suplemento fornecido era constituído de uma mistura de ureia, sulfato de amônia e caseína, nas proporções 75:8,33:16,67, respectivamente. Verificou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da concentração de  $N-NH_3$  sobre os consumos de MS, fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) com respostas máximas sobre os níveis de 14,48 mg/dL, 13,72 mg/dL, 13,77 mg/dL, 13,76 mg/dL de  $N-NH_3$ , respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade da MS, FDN, CHOT, CNF não foram afetados pela suplementação ( $P > 0,05$ ). Contudo, houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) sobre a digestibilidade de extrato etéreo (EE) e PB. O pH do líquido ruminal não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão do suplemento nitrogenado, tendo valor médio de 6,43. O nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) foi influenciado pela suplementação, apresentando comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ). Os teores de acetato, propionato, butirato ruminal e os ácidos graxos de cadeia curta totais não foram influenciados pela suplementação ( $P > 0,05$ ). Houve efeito linear crescente da suplementação em relação ao consumo de nitrogênio (CN) e excreção nitrogênio na urina (NU) ( $P < 0,05$ ). Concentrações de nitrogênio amoniacal de 3,42 e 14,48 mg/dL são suficientes para fornecer substratos nitrogenados necessários para manter a atividade microbiana no rúmen e maximizar o consumo voluntário do feno de capim-buffel por caprinos, respectivamente.

**Palavras-Chave:** Consumo, Fibra em detergente neutro, Proteína degradada no rúmen, Rúmen, Ureia.

## EFFECT OF RUMINAL INFUSION OF AMMONIA ON THE BUFFEL GRASS HAY FOR CAPRINOS

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of supplementation with non-protein nitrogen (NPN) on the intake, digestibility, ruminal parameters and nitrogen balance of goats fed buffelgrass hay. Five goats with no defined racial pattern (NDRP), adults, castrated and cannulated in the rumen were used, with an average weight of  $45 \pm 2,3$  kg. Five diets were provided, where the control treatment consisted only of buffelgrass hay feeding with 5.5% crude protein (CP) based on dry matter (DM), supplied ad libitum, while the other treatments consisted of the addition of increasing levels of nitrogen supplements via ruminal infusion, aiming at the gradual increase of ruminal ammonia concentration (N-NH<sub>3</sub>). Thus the concentrations were 3.43; 9.95; 17.18; 23.02; and 33.68 mg / dL of N-NH<sub>3</sub> in ruminal fluid. The supplement provided was a mixture of urea, ammonium sulfate and casein, in ratios of 75: 8.33: 16.67, respectively. There was a quadratic ( $P < 0.05$ ) effect of N-NH<sub>3</sub> concentration on DM, neutral detergent fiber (NDF), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total carbohydrate (TCHO) levels with maximum responses on the levels of 14.48 mg / dL, 13.72 mg / dL, 13.77 mg / dL, 13.76 mg / dL N-NH<sub>3</sub>, respectively. The digestibility coefficients of DM, NDF TCHO, NFC were not affected by supplementation ( $P > 0.05$ ). However, there was an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) on the digestibility of ether extract (EE) and CP. The pH of the ruminal liquid was not influenced ( $P > 0.05$ ) by the inclusion of the nitrogen supplement, with a mean value of 6.43. Ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) was influenced by supplementation, presenting increasing linear behavior ( $P < 0.05$ ). The contents of rumen acetate, propionate, butyrate and total short chain fatty acids were not influenced by supplementation ( $P > 0.05$ ). There was an increasing linear effect of supplementation in relation to nitrogen intake (NI) and nitrogen excretion in urine (NU) ( $P < 0.05$ ). Ammonia nitrogen concentrations of 3.42 and 14.48 mg / dL are sufficient to provide nitrogen substrates necessary to maintain microbial activity in the rumen and maximize voluntary buffel hay intake by goats, respectively.

**Key-words:** Intake, Neutral detergent fiber, Rumen, Rumen degraded protein, Urea

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho caprino com 9,78 milhões de cabeças, difundido nas cinco regiões do país, sendo a região Nordeste a maior detentora com 93% do efetivo (IBGE/PPM, 2016). A produção desses animais baseia-se, em grande parte na utilização da vegetação nativa (Caatinga), porém esta não é suficiente para atender as exigências nutricionais dos animais ao longo do ano, o que ocasiona baixos índices zootécnicos e baixa rentabilidade (SANTOS, 2011).

Para diminuir a deficiência alimentar dos rebanhos vários recursos forrageiros (nativos ou exóticos) podem ser utilizados, dentre estes, destaca-se o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) (VOLTOLINI *et al.*, 2014), que devido as suas características de adaptabilidade, é considerado como uma gramínea promissora para as regiões semiáridas do Brasil (PINHO *et al.*, 2013).

Entretanto, no período seco, as forrageiras tropicais apresentam frequentemente altos níveis de fibra e lignina e baixos teores de proteína bruta, sendo este último considerado um fator limitante para que ocorra a síntese de proteína pelos microrganismos ruminais. Desta forma, a deficiência de nitrogênio impede que a microbiota ruminal degrade a parede celular, diminuindo a utilização dos componentes da mesma, acarretando na diminuição do consumo, da digestibilidade e do desempenho animal (PAULINO *et al.*, 2008).

Nessas situações, a suplementação alimentar tem como objetivo complementar o valor nutritivo das forragens e atender as necessidades nutricionais dos animais (PRADO *et al.*, 2010). Neste contexto, a suplementação com fontes de nitrogênio poderá ser uma alternativa para promover o aumento do teor proteico da dieta, fornecendo os substratos essenciais para a atividade dos microrganismos ruminais. Dessa maneira, se otimiza o uso das forragens disponibilizando nesses períodos críticos um maior aporte de nitrogênio ao sistema que servirá para estimular o consumo e consequentemente aumentar a produção (CASTRO, 2014).

Dentre as fontes de nitrogênio utilizadas na suplementação destaca-se a ureia devido a sua disponibilidade e baixo custo. Seu uso tem permitido uma maior eficiência na utilização de alimentos volumosos de baixa qualidade, além de reduzir os custos de



produção, já que substitui o nitrogênio da proteína verdadeira, componente mais oneroso que compõe a ração (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH, 2008).

Resultados de pesquisas permitem evidenciar que a suplementação proteica, incluindo o uso de ureia como principal composto nitrogenado dos suplementos, pode melhorar a utilização de forragens tropicais e consequentemente melhorar o desempenho animal (FIGUEIRAS *et al.*, 2010; SAMPAIO *et al.*, 2009).

No entanto, tais associações ainda são escassas em condições tropicais, principalmente com a espécie caprina, o que justifica estudos com intuito de gerar respostas específicas acerca do problema supracitado, avaliando-se, os efeitos da suplementação sobre a utilização dos carboidratos fibrosos da forragem basal.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação com nitrogênio não proteico sobre o consumo, a digestibilidade, os parâmetros ruminais e o balanço de nitrogênio de caprinos alimentados com feno de capim-buffel.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Produção e alimentação de caprinos em regiões Semiáridas

As regiões áridas e semiáridas perfazem cerca de aproximadamente 40% da superfície da terra, possuindo uma população em torno de dois bilhões de pessoas (BIZIKOVA *et al.*, 2015), que convivem com a seca, sendo esta considerada como um dos principais fatores limitantes que afetam a segurança alimentar dessa população.

No Brasil, o semiárido possui uma extensão aproximada de 969.589,4 km<sup>2</sup> representando cerca de 11% do território Nacional e 54% da Região Nordeste, abrangendo todos os seus estados (IBGE, 2010). A população total da região está em aproximadamente 23.846.982 milhões de habitantes, equivalendo a 42,44% da população nordestina (INSA, 2012), sendo considerado o Semiárido mais habitado do mundo, possuindo uma população com menor poder aquisitivo e qualidade de vida quando comparada com a média nacional.

O clima semiárido é caracterizado pela irregularidade na distribuição das chuvas e altas taxas de evapotranspiração (MOREIRA *et al.*, 2006), o período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio, com precipitação acumulada inferior a 600 mm ano no interior da região (MARENGO *et al.*, 2013). A deficiência hídrica na maior parte do ano provoca a estacionalidade produtiva das forrageiras, apresentando uma baixa disponibilidade e qualidade nos períodos secos do ano.

Os sistemas de produção animal na região Nordeste são baseados na exploração de pastagens, que variam de acordo com as características edafoclimáticas de cada região e do bioma onde estão inseridas, sofrendo fortes influências do clima, solo, tipo de vegetação predominante, atividades pecuárias desenvolvidas na região, recursos financeiros e tecnológicos empregados (COÊLHO, 2016).

A Caatinga é o bioma localizado na região Semiárida onde, geralmente os caprinos são criados de forma extensiva e têm como fonte alimentar a forragem oriunda da vegetação nativa (PEREIRA FILHO *et al.*, 2007). Apesar das pastagens nativas fornecerem um suporte para a produção desses animais, sua utilização como principal fonte alimentar, não é suficiente para proporcionar ganhos de peso consideráveis nos rebanhos (ARAÚJO, 2003).

Segundo Voltolini *et al.* (2009), para que ocorra avanço dos sistemas de produção no Nordeste é necessário que se promova melhorias no manejo alimentar dos animais, tendo como objetivo fornecer alimentos e nutrientes em quantidade e qualidade. Desta forma, o uso de forrageiras alternativas pode ser utilizado como estratégia para reduzir as deficiências alimentares dos animais (VOLTOLINI *et al.*, 2010).

Diante dessa necessidade, várias espécies gramíneas foram avaliadas ao longo dos anos, buscando-se espécies de boa produtividade e adaptadas às condições da região. Dentre estas destaca-se principalmente o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) para regiões áridas e semiáridas (MOREIRA *et al.*, 2007).

## **2.2 Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.)**

Atualmente o capim-buffel é a gramínea de maior destaque dentre as utilizadas para formar pastagens nas regiões do semiárido Nordestino. O *Cenchrus ciliaris* L é uma espécie originária da África, Índia e Indonésia, introduzida e explorada na Austrália nos anos de 1870 a 1880 (MONÇÃO *et al.*, 2011). No Brasil foi introduzido no estado de São Paulo em 1953, e após alguns estudos iniciais foi trazido para região Nordeste devido às várias características de resistência e adaptação à seca (OLIVEIRA, 1993). Dentre as espécies cultivadas, é a que possui uma maior tolerância ao déficit hídrico devido a sua elevada eficiência no uso da água (MEDEIROS & DUBEUX JR., 2008).

O capim-buffel é uma espécie perene, de porte variando de 0,6 a 1,5 m de altura, dependendo da variedade ou cultivar (MONÇÃO *et al.*, 2011). Plantas perenes são importantes para regiões semiáridas, já que na fase do plantio é onde ocorrem maiores possibilidades de perdas em razão do déficit de água provocado pelas chuvas irregulares. Dessa forma, quanto menos operações de plantio numa área, menor possibilidade de perdas dos cultivos. No entanto, culturas já implantadas devem ser manejadas com a finalidade de evitar sua degradação (VOLTOLINI *et al.*, 2014).

Seus colmos são finos, com a base avolumada que permite um acúmulo de carboidratos superior quando comparado a outras espécies de forrageiras, isto lhe confere uma grande capacidade de rebrota devido às reservas acumuladas para o “período da seca”. Essa característica, aliada as suas gemas subterrâneas permitem a

rebrotar do capim-buffel mesmo depois de sofrer danos severos na parte aérea como pastejo intensivo de animais pesados e danos provocados pelo fogo (PORTO *et al.*, 2014).

Segundo Dantas Neto *et al.* (2000) esta gramínea apresenta melhor crescimento em solos leves e profundos, contudo, pode crescer de forma satisfatória em solos argilosos, desde que apresentem uma boa drenagem.

De acordo com Pinho *et al.* (2013) a produção de capim-buffel pode atingir 7.206,78 Kg MS/ha/ano. Resultados semelhantes aos encontrados por Garcia & Silva (1980) de 7.000 Kg MS/ha/ano e Silva *et al.* (1999), que obtiveram produções que variaram de 6.000 a 7.000 Kg MS/ha/ano. Moreira *et al.* (2007), no seu trabalho com capim-buffel no semiárido Pernambucano, encontraram a disponibilidade de fitomassa que variou de 6.500 kg MS/ha/ano em setembro, para 3400 kg MS MS/ha/ano em dezembro. Contudo, a produtividade dessa espécie sofre variações de acordo com as condições locais fornecidas (OLIVEIRA, 1993).

Segundo Voltolini *et al.* (2014), no período das chuvas o capim-buffel apresenta um bom valor nutritivo, com menor teor de matéria seca e fibras e maior concentração de proteína bruta e matéria mineral; com teores de proteína bruta (PB) superiores a 10% da MS (DANTAS NETO *et al.*, 2000) e valores de digestibilidade *in vitro* da MS superiores a 60% (VOLTOLINI *et al.*, 2011). A partir dos teores proteicos e de FDN apresentados pelo buffel nesse período do ano, pode-se inferir que ele constitui numa ótima fonte proteica e de alta digestibilidade para os animais (MONÇÃO *et al.*, 2011).

Entretanto, durante a época seca esta forrageira apresenta um baixo valor nutritivo o que pode comprometer o desempenho produtivo dos animais (VOLTOLINI *et al.*, 2011). De acordo Santos *et al.* (2005), a composição química do capim-buffel diferido no Semiárido brasileiro foi de 63,0% a 81,6% de matéria seca, 3,37% a 5,23% de proteína bruta, 69,30% a 73,02% de fibra em detergente neutro, 53,02% a 57,47% de fibra em detergente ácido e 10,80% a 16,38% de carboidratos não fibrosos.

Moreira *et al.* (2007) avaliando a composição botânica, disponibilidade e qualidade da forragem e da dieta de animais fistulados em uma pastagem de capim-buffel diferido na região de Serra Talhada - Pernambuco, observaram que comparando o pasto de capim-buffel diferido com a vegetação da caatinga, com exceção do baixo teor de proteína bruta, o pasto poderia ser considerado de melhor qualidade devido aos

baixos teores de lignina, porcentagens de CHOT, de NDT, proteína ligada à FDA, entre outros. Segundo os mesmos autores, a grande limitação da pastagem de capim-buffel diferido está relacionada aos teores de PB e a digestibilidade do mesmo.

O uso de suplementação proteica nesses casos pode estimular o aumento da massa microbiana no rúmen, melhorando a eficiência da utilização da fibra proveniente da forragem (COSTA *et al.*, 2008). Com isso pode-se melhorar o consumo de matéria seca e digestibilidade da forragem em animais mantidos em pastos diferidos, contribuindo desta forma para melhores desempenhos produtivos e características de carcaça de animais explorados nessas condições (VOLTOLINI *et al.*, 2011).

### **2.3 Utilização da ureia como fonte de nitrogênio não proteico pelos microrganismos do rúmen**

A substituição da proteína verdadeira pelo nitrogênio não proteico (NNP) em dietas que compõem a alimentação de ruminantes só é possível devido à sua relação simbiótica com os microrganismos ruminais, os quais possuem a capacidade de converter o NNP em proteína de alto valor biológico.

A ureia é uma importante fonte de NNP, e sua inclusão na dieta fornece uma maior quantidade de nitrogênio (N) para os microrganismos ruminais, o que resulta na melhora da eficiência dos mesmos, contribuindo desta forma, para que ocorra uma maior degradação da fibra (ALVES, 2010). Após a ingestão da ureia pelo animal, ocorre sua hidrólise pela ação das enzimas produzidas pelas bactérias aderidas ao epitélio ruminal, que convertem esse composto em amônia ( $\text{N-NH}_3$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (SANTOS & MENDONÇA, 2011).

A capacidade das bactérias de utilizarem o NNP depende da quantidade e do nível de degradação dos carboidratos fornecidos ao animal (energia), e da capacidade de crescimento dos microrganismos, o qual se limita pela ingestão de energia (COSTA *et al.*, 2015). O nitrogênio amoniacal é a principal fonte de N para a síntese de proteína microbiana em bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos (RIBEIRO *et al.*, 2001). A ausência desta fonte compromete a atividade fermentativa dessas bactérias, já que a capacidade de utilizar N na forma de aminoácidos e peptídeos é bastante reduzida (ALVES *et al.*, 2010).

A síntese de proteína microbiana ocorre a partir da assimilação da amônia e  $\alpha$ -cetoglutarato à glutamato e glutamina pelas bactérias. O esqueleto de carbono é fornecido através da fermentação dos carboidratos das forrageiras, enquanto que o N é oriundo da degradação das proteínas presentes na dieta ou da reciclagem de ureia (COSTA *et al.*, 2015).

Existem duas rotas clássicas em que as bactérias ruminais fixam a amônia aos aminoácidos, a glutamina sintetase (GS) e a glutamato desidrogenase (GDH), seu uso depende das concentrações de amônia no líquido ruminal. Quando a concentração de amônia extracelular está baixa ocorre uma maior concentração da GS, em contrapartida a concentração de GDH não muda. Quando a concentração de amônia está alta, a captação de N é realizada pela via GDH, que não requer gastos de ATP, entretanto quando os níveis estão baixos, ocorre utilização da GS e essa via metabólica requer gasto de um mol de ATP para cada mol de íon de amônia fixado (KOZLOSKI, 2011).

Dessa forma, a eficiência do crescimento microbiano está diretamente ligada à concentração de amônia ruminal, baixas concentrações limitam o crescimento, já que o ATP que poderia ser utilizado para o crescimento é desviado para captação do nitrogênio. Segundo Orskov (1982), a deficiência de nitrogênio diminui a atividade microbiana, o que acarreta na diminuição da degradação do alimento no rúmen, resultando na depressão do consumo em consequência da redução da digestibilidade.

A concentração de amônia ruminal é resultante da taxa de produção e a taxa utilização da mesma (BORGES *et al.*, 2011), sendo a concentração de 5 mg/dL de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal necessária para que não haja limitação na fermentação pelos microrganismos ruminais (SATTER & SLYTER, 1974). Contudo, para as condições tropicais é recomendado no mínimo 10 mg/dL N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal para que não ocorra limitações nas atividades fermentativas dos microrganismos, e 20 mg/dL para que se maximize o consumo de matéria seca (LENG, 1990). De acordo com Detmann *et al.* (2009), para que se forneça condições necessárias para a degradação efetiva das fibras provenientes de forragens tropicais e maximização do consumo são necessários entre 8 e 15mg/dl de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal.

Abo-Donia *et al.* (2014), avaliando os efeitos da suplementação com ureia sobre o valor nutritivo da casca de amendoim e sua composição química, digestibilidade *in vitro*, degradabilidade e digestibilidade *in vivo*, e a fermentação ruminal em ovinos,

observaram um aumento da degradabilidade e digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e da proteína bruta (PB) como uso da ureia nos ovinos avaliados.

Chandrasekharaiah *et al.* (2011), estudaram o nível ideal de nitrogênio degradado no rúmen (14, 18 e 23 g/kg de NDR) para otimizar a síntese de proteína microbiana, a eficiência de captura e a utilização pelos ovinos, constataram um aumento significativo no consumo de MS com a elevação nos teores de NDR e também houve um acréscimo na digestibilidade de todos os nutrientes com a suplementação de NDR na dieta.

Aguiar *et al.* (2007), trabalhando com os efeitos da substituição do milho e do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar (0; 10; 20 e 30%) corrigida com ureia em dietas com 50% de feno do terço final da cana-de-açúcar, sobre o consumo dos nutrientes, digestibilidade e desempenho de ovinos sem padrão racial definido (SPRD), observaram que a inclusão da levedura corrigida com ureia proporcionou um aumento linear do consumo de FDN, devido o aporte de nitrogênio amoniacal, favorecendo assim o crescimento das bactérias celulolíticas, vindo a proporcionar uma maior digestibilidade da fibra.

Tosto *et al.* (2008), avaliando a influência da adição de 0; 0,5; 1,0 e 1,5% de ureia no resíduo desidratado de vitivinícolas associado com a palma forrageira, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes de caprinos sem padrão racial definido, observaram que a adição crescente da ureia ao resíduo possibilitou um aumento do consumo de todos os nutrientes, entretanto não houve efeito sobre a digestibilidade MS, MO e FDN. Os coeficientes de digestibilidade de CNF apresentaram crescimento linear, enquanto os de PB apresentaram comportamento quadrático. Os autores concluíram que o nível de 1,3 % de ureia promove a maior digestibilidade da proteína bruta da dieta.

## **2.4 Efeito do nitrogênio não proteico no metabolismo animal**

A proteína microbiana é fundamental para o metabolismo proteico dos ruminantes, pois esta fornece a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado. Contudo, a eficiência de produção microbiana e o fluxo microbiano são fatores determinantes da quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado (AGUIAR *et al.*, 2015).

Segundo Alves *et al.* (2014) a proteína microbiana sintetizada no rúmen pode fornecer mais de 50% dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes, sendo considerada uma proteína de alto valor biológico. Isto devido à maior proporção dos aminoácidos metionina e lisina quando comparado a concentrados proteicos de origem vegetal, e após a proibição do uso de produtos de origem animal na alimentação dos ruminantes no Brasil, a proteína microbiana é considerada como a melhor forma de atender aos requerimentos de aminoácidos do animal (VERBIC, 2002).

Entretanto, além da presença de  $\text{N-NH}_3$  no rúmen, também é necessário dispor de energia disponível, sendo o desequilíbrio entre a disponibilidade de energia e o  $\text{N-NH}_3$  disponível uma das principais limitações da utilização de ureia na dieta de ruminantes. Portanto, fontes de energia lentamente fermentáveis não podem ser utilizadas eficientemente (SALEM & SMITH, 2008).

A rápida degradação da ureia no rúmen pode acarretar um aumento nas concentrações de  $\text{N-NH}_3$  e uma alta absorção de amônia pela parede ruminal, caso não haja carboidratos fermentáveis suficientes no rúmen.

A amônia que não é capturada pelos microrganismos para formação da síntese proteica, é absorvida pela parede do rúmen e levada pela corrente sanguínea até o fígado, onde é reconvertida em ureia por meio do processo conhecido por ciclo da ureia. No entanto, esse é um processo de alto custo energético para o animal (média de 12 kcal  $\text{g}^{-1}$  de N). Parte dessa ureia retorna ao rúmen por intermédio da saliva e/ou epitélio ruminal e a outra vai para os rins, onde esta será excretada via urina. A excreção de ureia na urina pode estar diretamente relacionada ao teor de PB da dieta, quando há um aumento no consumo de N ocorre uma maior produção de ureia no fígado (ALVES, 2012).

Segundo Ziguer *et al.* (2012), a concentração de ureia no sangue é influenciada pela extensão de como os aminoácidos absorvidos são oxidados e pela absorção de amônia do rúmen, refletindo substancialmente na extensão do balanço de nitrogênio da dieta, considerando-se tanto as exigências dos microrganismos ruminais como as do animal hospedeiro. Outro fator que influencia a concentração de ureia no sangue é a quantidade de proteína ou de nitrogênio na dieta ou mais concretamente, a quantidade de compostos nitrogenados absorvidos no trato gastrointestinal. Existe assim, relação



direta entre a ingestão de proteína ou de nitrogênio aparentemente digestível e a concentração de ureia.

Alves *et al.* (2014) trabalhando com a substituição da ureia convencional por ureia de liberação lenta (ULL) em dietas para ovinos Santa Inês x SRD em parâmetros metabólicos e síntese microbiana (0; 20; 40; 60 e 80% de ULL), constataram que não houve influência dos tratamentos sobre o nitrogênio urinário, que apresentou valores médios diários de 4,84 g dia<sup>-1</sup> ou 0,36 g kg<sup>-1</sup> com base no peso metabólico (PV) <sup>0,75</sup>. Também não houve diferença significativa no nitrogênio excretado nas fezes, com valores de 5,79 g kg dia<sup>-1</sup> ou 0,42 g kg<sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>. Comparando com o trabalho de Oliveira *et al.* (2004) que avaliaram os efeitos da substituição total do farelo de soja, em uma dieta deficiente em PDR, por ureia ou amireia (fontes de nitrogênio não proteico) na dieta de bovinos confinados, observando que o tratamento com ureia apresentou uma concentração de nitrogênio de 51,2 g/ N urinário/dia.

Quintão (2006), avaliando a eficiência de utilização da ureia e da amireia sobre o desempenho de ovelhas da raça Santa Inês alimentadas com dietas elaboradas objetivando estimular diferentes intensidades de síntese de proteína microbiana ruminal, tendo como volumoso o feno de Coast Cross de baixa qualidade, observou que não houve efeito sobre os níveis de intensidade de síntese de proteína microbiana.

Vale salientar que a presença de N-NH<sub>3</sub> no ambiente ruminal é de grande importância para síntese de proteína microbiana, já que a mesma é responsável por mais de 50% dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes. No entanto, é de fundamental importância utilizar fontes de energia disponível, fazendo com que haja um equilíbrio entre a energia e o N-NH<sub>3</sub>, pois este equilíbrio é fator determinante para o desempenho animal.

Complementar a ingestão de proteína tem um papel fundamental na nutrição dos ruminantes, não apenas pelo fornecimento de aminoácidos para o animal, mas também como fonte de nitrogênio para a síntese microbiana. Com isso ocorre uma melhora na digestibilidade de forragens de baixa qualidade, uma vez que é realizada pelas bactérias celulolíticas, e estas necessitam de um constante fornecimento de proteína degradada no rúmen. Portanto, o aumento do valor nutritivo de uma forragem depende diretamente da oferta de nitrogênio no rúmen (SALEM & SMITH, 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Considerações éticas e local do experimento

A pesquisa foi realizada em conformidade com a legislação brasileira para uso de animais em pesquisas e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (processo nº0209/14).

O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa de Pequenos Ruminantes (UPPR), no Setor de Zootecnia, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, no período que compreendeu os meses de agosto a outubro de 2016, no município de Areia – PB.

O município está inserido na microrregião do Brejo Paraibano, com latitude 6°58'12''s, longitude 35°45'15''w e 575 metros de altitude, apresentando o bioclima 3dth Nordeste sub-seco, conforme a classificação climática de Gaussem, temperatura média de 25° C, podendo haver inconstância, e precipitação pluviométrica de, em média, 1400 mm.

#### 3.2 Animais utilizados e dietas experimentais

Foram utilizados cinco caprinos sem padrão racial definido (SPRD), adultos, castrados e canulados no rúmen, com peso médio de  $45 \pm 2,3$  Kg, tratados profilaticamente contra endo e ectoparasitas. Foram alojados em instalações individuais com piso de cimento que dispunham de comedouro e bebedouro individuais, para a oferta da dieta, da água e sal mineral *ad libitum*.

O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino (5x5), contendo cinco períodos, cinco tratamentos e cinco animais, cada período era composto de 19 dias, onde os quinze primeiros dias de cada período foram utilizados para adaptação dos animais às dietas e os cinco dias restantes para coleta de dados, totalizando os 95 dias experimentais.

Foram fornecidas cinco dietas, onde o tratamento controle consistiu apenas da alimentação volumosa à base de feno de capim-buffel (*Cechrus ciliarius*), enquanto os demais tratamentos da adição de níveis crescentes de suplementos nitrogenados via infusão ruminal, tendo como finalidade o aumento gradativo da concentração de amônia ruminal (N-NH<sub>3</sub>).

O capim Buffel foi colhido em uma pastagem vedada implantada na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A (EMEPA). O corte do capim foi a 10 cm do solo com auxílio de uma segadora costal, em seguida esse material foi enfardado, transportado e armazenado no galpão onde foi realizado o experimento.

O suplemento foi composto de uma mistura contendo ureia, sulfato de amônio e caseína nas proporções de 75:8,33:16,67, respectivamente. O sulfato de amônio foi empregado para o fornecimento enxofre (S) e a caseína como fonte de ácidos graxos de cadeia ramificada, visando garantir condições favoráveis para a fermentação ruminal dos animais. Dessa forma, houve cinco níveis concentração de N-NH<sub>3</sub>: 3,43 mg/dl; 9,95 mg/dl; 17,18 mg/dl; 23,02 mg/dl; 33,68 mg/dl no líquido ruminal (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição química da forragem e dos componentes dos suplementos com base na matéria seca.

Item	Feno Capim- Buffel	Ureia	Caseína	Sulfato de amônia
	(g/kg de MS)			
Matéria seca <sup>1</sup>	840,90	995,40	900,00	977,30
Matéria mineral	78,60	4,60	27,60	22,70
Proteína bruta	55,00	2637,70	889,70	1426,00
Extrato etéreo	11,10	-	3,20	-
FDNcp <sup>2</sup>	698,40	-	-	-
Carboidratos não fibrosos	156,90	-	-	-
FDACP <sup>2</sup>	312,20	-	-	-
Lignina	41,30	-	-	-
Hemicelulose	386,20	-	-	-
Celulose	270,90	-	-	-
PIDN <sup>3</sup>	0,12	-	-	-
PIDA <sup>4</sup>	0,07	-	-	-

<sup>1</sup>Com base na dieta; <sup>2</sup> Corrigido para cinzas e proteína; <sup>3</sup>Proteína indigestível em detergente neutro; <sup>4</sup>Proteína indigestível em detergente ácido.

O feno triturado foi fornecido duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00 horas, em duas parcelas iguais. As sobras foram pesadas diariamente e o ofertado ajustado em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%. O suplemento foi fracionado e administrado diretamente no rúmen dos animais no mesmo horário de fornecimento do volumoso. A quantidade de feno e do suplemento infundido diariamente foi calculada considerando o consumo de volumosos do dia anterior.

Nos dois primeiros dias de cada período de adaptação, foi infundido um terço da dose completa do suplemento. No terceiro e quarto dias, foi infundido dois terços e, a partir do quinto dia de cada período foi fornecido à dose completa do suplemento.

### 3.3 Análises bromatológicas

As amostras das dietas, sobras e fezes foram pré-secas, moídas e homogeneizadas, para a realização das análises bromatológicas, feitas em duplicata, segundo a *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (1997), para matéria seca (MS) (*método 934.01*), proteína bruta (PB) (*método 954.01*), extrato etéreo (EE) (*método 920.39*), matéria mineral (MM) (*método 942.05*) e lignina (*método 973.18*). A metodologia de Van SOEST *et al.* (1991) foi utilizada para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), a partir do analisador de fibra da ANKOM (ANKOM200 *Fibre Analyzer* – ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA). A FDN e a FDA foram corrigida para cinzas e proteína, onde seus resíduos foram incinerados em mufla a 600 °C, durante 4 horas, e a correção para proteína foi executada por intermédio da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA).

Os carboidratos totais (CHOT) e não-fibrosos (CNF) foram calculados pelo emprego das equações preconizadas por Sniffen *et al.* (1992) a seguir, e a FDN foi corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp). O valor energético das dietas (NDT) foi adquirido através dos dados experimentais obtidos a partir da digestibilidade aparente, segundo Weiss (1999), conforme consta abaixo:

$$\text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{MM})]$$

$$\text{CNDT} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fecal}) + 2,25 * (\text{EE ingerido} - \text{EE fecal}) + (\text{FDNcp ingerido} - \text{FDNcp fecal}) + (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fecal});$$

$$\% \text{NDT} = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100.$$

### 3.4 Determinação do Consumo e Digestibilidade aparente

Os dados para consumo de matéria seca (MS) foram estimados por meio da diferença entre o total de MS contido nos alimentos ofertados e o total de MS contido nas sobras, sendo obtidos com base nos registros da alimentação, sobras e coleta de

amostras (dieta e sobras) efetuadas durante os cinco primeiros dias do período referente às coletas, no qual foram retiradas 20% das amostras, sendo armazenadas, em sacos plásticos identificados (animal, tratamento e período), e congeladas à -15°C.

Para a análise de digestibilidade aparente foi realizada a coleta total de fezes durante três dias de coletas (11º, 12º e 13º dia), em que as 48 horas antes foram adaptativas às bolsas coletoras que eram de lona, revestida internamente com napa e presa ao animal por meio de arreio e as demais 72 horas para a coleta em si, onde a cada 12 horas, efetuava-se o esvaziamento das bolsas, para que as amostras fossem pré-secas e moídas. No 11º, 12º e 13º dia também eram coletadas amostras da dieta, sobras e fezes, nas quais foram retiradas 20% de total, que foram identificadas, pré-secas, numa estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, homogeneizadas e moídas (utilizando moinho de facas, tipo Willey, e peneira com crivo de 1 mm para a dieta e sobras e de 2 mm para fezes) para posteriores análises bromatológicas.

A determinação da digestibilidade foi feita segundo equação descrita por Berchielli et al. (2000). Em que, o coeficiente de digestibilidade (CD), em g/kg, foi calculado por:

$$CD = (\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}) / \text{Nutriente ingerido} \times 100$$

### **3.5 Determinação dos parâmetros ruminais**

No 14º dia do período experimental, 4h00, 8h00, 12h00, 16h00, 20h00 e 24h00 foram feitas coletas de amostras do líquido ruminal. Foi determinado o pH, a concentração de amônia (NH<sub>3</sub>) e ácidos graxos voláteis (AGV) do líquido ruminal. Foi realizada a leitura imediata do pH no líquido ruminal, utilizando-se o potenciômetro digital (Handylab 1 - SCHOTT).

As amostras do líquido ruminal foram coletadas por animal, em cada tratamento, em tubos eppendorf de 1,5 ml onde foram centrifugadas na microcentrífuga a 5200 x g, por 10 minutos, sendo o sobrenadante congelado para análise posterior da concentração de nitrogênio amoniacal (NH<sub>3</sub>) e ácidos graxos voláteis (AGV). A concentração de amônia foi determinada através do método colorimétrico de Chaney & Marbach (1962), e AGV As análises dos ácidos acético, propiônico e butírico foram realizadas em HPLC (Cromatografia Líquida de Alto desempenho), marca

SHIMADZU, modelo SPD-10<sup>a</sup> VP acoplado ao Detector Ultravioleta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm.

### 3.6 Coleta e análise de urina

No 13º dia do período experimental foram realizadas coletas de urina, na forma de amostra spot, por meio de micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (VALADARES et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio, creatinina.

As concentrações de creatinina e ureia na urina foram estimadas utilizando-se kits comerciais. A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,466. O teor urinário de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Método 942.05; AOAC, 1998). O volume total urinário foi estimado por intermédio da relação entre concentração de creatinina na urina a sua excreção por unidade de peso vivo, segundo equação descrita por Chizzotti (2004):  $EC = 32,27 - 0,01093 \times PV$  em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PV = peso vivo (kg).

### 3.7 Balanço de nitrogênio

O BN foi obtido subtraindo-se do consumo de nitrogênio (N Fornecido – N Sobras) o total de nitrogênio excretado nas fezes (N Fezes) e na urina (N Urina) do total de nitrogênio ingerido, representando o total de N que efetivamente ficou retido no organismo animal, empregando-se a equação:  $N \text{ RETIDO} = (N \text{ Ingerido}) - (N \text{ Fezes} + N \text{ Urina})$ .

### 3.8 Análise estatística

Os dados foram reunidos em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão, a partir do procedimento GLM e REG empregando-se o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2002), adotando-se o nível de 5% de probabilidade, em que se utilizou o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + L_j + C_i + \epsilon_{ij}$$

Onde;

$Y_{ij}$  = Observação no animal  $j$ , submetida ao tratamento  $i$ , com  $i, j = 1, 2, 3, \dots$

$\mu$  = efeito geral da média;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3, 4$  ou  $5$ ;

$L_i$  = efeito da linha  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3, 4$  ou  $5$ ;

$C_i$  = efeito da coluna  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3, 4$  ou  $5$  e;

$\epsilon_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de todos os nutrientes foi influenciado pela concentração de nitrogênio amônia (N-NH<sub>3</sub>), com exceção do consumo PB e MS em % do peso corporal (Tabela 2). Houve um efeito quadrático no consumo de matéria seca (CMS), segundo a equação de regressão ( $\hat{Y} = 819,44 + 13,38x - 0,46x^2$ ), o consumo máximo de MS dos caprinos foi de 915,95g/dia e ocorreu na concentração de 14,48 mg/dL N-NH<sub>3</sub>. A partir dessa concentração houve queda progressiva do consumo de MS com o aumento do suplemento de nitrogênio na dieta.

Comportamento similar foi observado para o consumo FDN, CNF e CHOT. De acordo com as equações obtidas ( $\hat{Y} = 613,30 + 8,67x - 0,31x^2$ ), ( $\hat{Y} = 82,58 + 1,24x - 0,045x^2$ ), ( $\hat{Y} = 695,88 + 9,91x - 0,360x^2$ ), os máximos consumos de FDN, CNF e CHOT foram 680,86g/dia, 922,40g/dia, 773,10g/dia para as concentrações 13,72mg/dL, 13,77 mg/dL, 13,76 mg/dL, respectivamente.

**Tabela 2** - Consumo de nutrientes, com base na matéria seca e coeficiente de digestibilidade aparente de caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.

Consumo <sup>1</sup>	Concentração de Nitrogênio amoniacal mg/dL					EPM	CV	P
	3,43	9,95	17,18	23,02	33,68			
MS (g/dia)	855,22	914,96	915,95	873,45	748,95	143,05	12,64	0,91
MS (%PC)	1,72	1,89	1,92	1,91	1,70	0,22	13,28	0,91
Consumo de Nutrientes (g de MS/dia)								
PB	51,10	162,81	90,80	100,00	105,61	49,38	96,14	0,62
EE	11,94	12,14	14,16	16,87	15,58	2,17	15,84	0,44
FDN	645,81	652,22	680,86	644,52	545,76	105,53	10,38	0,91
CHOt	732,76	741,14	773,10	731,70	619,51	119,68	10,52	0,91
CNF	86,95	88,92	92,24	87,18	73,75	14,16	11,66	0,90
NDT	641,02	726,24	711,38	692,06	596,80	140,03	21,23	0,96
Coeficiente de Digestibilidade Aparente								
MS <sup>2</sup>	744,43	742,11	769,48	770,22	746,06	3,63	9,61	0,96
PB <sup>3</sup>	714,41	812,46	853,08	864,86	895,20	4,82	11,38	0,11
EE <sup>3</sup>	642,60	722,10	789,97	794,53	820,64	6,59	16,84	0,34
FDNcp <sup>3</sup>	762,01	774,22	794,18	797,86	783,73	3,61	9,16	0,95
CHOt <sup>3</sup>	736,98	740,96	774,22	774,71	757,59	4,02	10,33	0,93
CNF <sup>3</sup>	554,42	496,70	626,25	603,58	565,05	7,05	22,58	0,73
NDT <sup>3</sup>	687,32	759,54	768,42	783,66	791,11	5,31	13,50	0,66

<sup>1</sup>MS=matéria seca; MM =matéria mineral; PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CHOt (carboidratos totais); CNF (carboidratos não-fibrosos); NDT (nutrientes digestíveis totais).<sup>2</sup> g/kg de matéria natural, <sup>3</sup>g/kg de matéria seca.



O maior consumo pelos animais suplementados pode ser atribuído ao fornecimento de um maior aporte de nitrogênio, este ao adentrar no rúmen é rapidamente hidrolisado pela ação das ureases bacterianas desdobrando-o à amônia e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Desta forma, atendem-se os requerimentos microbianos de nitrogênio, principalmente das bactérias que digerem a fibra (TEIXEIRA *et al.*, 2010), como consequência dessa maior atividade microbiana ocorre um incremento da degradação do volumoso. Quanto mais rápido for realizado o processo de degradação ruminal da FDN, mais rapidamente ocorrerá à saída do resíduo não digerido do rúmen, o que libera espaço para que o animal possa consumir mais alimento (CARVALHO *et al.*, 2011).

Por outro lado, a oferta de doses crescentes do suplemento à dieta aumentou o consumo até certo ponto, quando a concentração N-NH<sub>3</sub> foi superior a 14,5 mg/dL observou-se um declínio da ingestão que pode ser justificado pela provável ocorrência de excesso de oferta de nitrogênio para o metabolismo microbiano/animal.

Níveis elevados de nitrogênio não proteico podem induzir à toxidez pelo excesso de liberação de amônia, reduzindo, também, o consumo (ROSELER *et al.*, 1993). Essa redução pode estar relacionada à maior síntese de ureia no fígado a partir do ciclo da ureia, este por sua vez depende diretamente do ciclo de Krebs para o fornecimento de energia e oxaloacetato, que, juntamente com o glutamato é responsável pela introdução do segundo grupamento de amina para formação da ureia. Amoníaco em excesso aumenta a formação de glutamato e inibe parcialmente o ciclo de Krebs por depleção do  $\alpha$ -cetoglutarato, prejudicando assim o metabolismo energético e síntese de ATP no fígado e outros tecidos, como alternativa para eliminar a amônia, o tecido pode sintetizar glutamina a partir do glutamato, uma reação que envolve despesas de ATP e drena energia (SAMPAIO *et al.*, 2009). Dessa forma, o excesso de amônia circulante causa a sensação de mal estar nos animais devido a um quadro de mau funcionamento cerebral por déficit energético, como forma de reverter essa situação os animais reduzem o consumo voluntário na tentativa de reduzir esse sintoma (DETMANN *et al.*, 2007).

Esses resultados condizem com o reportado por Rezende *et al.* (2008), que avaliando o consumo e a digestibilidade dos nutrientes de dieta contendo feno de baixa qualidade (*Brachiaria brizantha* cv. MG4) suplementadas com fonte de nitrogênio não

protéico (ureia, sulfato de amônio e caseína), também encontraram efeito quadrático sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN).

O fornecimento de níveis crescentes do suplemento não alterou ( $P>0,05$ ) o coeficiente de digestibilidade da MS, FDN, CHOT, CNF (Tabela 3), com valores médios de 75,44%; 78,16%; 75,69%, 56,92%, respectivamente. Houve efeito linear crescente ( $P<0,05$ ) sobre a digestibilidade da PB ( $\hat{Y} = 73,24 + 0,548x$ ) e do EE ( $\hat{Y} = 65,51 + 0,566x$ ).

A dieta sem suplementação apresentou altos valores de digestibilidade dos nutrientes, isso se deve provavelmente ao baixo teor de lignina (4,13%) do capim-buffel, quando comparado a outras gramíneas tropicais.

A digestão da fibra consiste na hidrólise dos polissacarídeos (celulose e hemicelulose) em monossacarídeos com posterior conversão em ácidos graxos voláteis (AGV), gases da fermentação e calor (TAMMINGA *et al.*, 1990), contudo, várias características químicas e estruturais que limitam a digestão da fibra já foram identificadas, sendo lignina o principal componente limitador da digestão dos polissacarídeos da parede celular no rúmen.

A lignina é um composto fenólico existente na parede celular que possui uma correlação negativa com a digestibilidade das forragens, uma vez que provoca toxicidade as bactérias fibrolíticas, limita a ação das enzimas secretada por estes microrganismos, e causa um impedimento físico que limita o acesso das enzimas aos componentes da parede celular (PACUILLO, 2002; SANTANA *et al.* 2006; LAGE, 2009). Entretanto, o capim-buffel apresenta baixo teor de lignina, devido o rápido crescimento e florescimento da planta (MOREIRA *et al.* 2007).

A oferta crescente de ureia não alterou a digestibilidade de MS, MO, FDN, CHOT, CNF, devido à alta digestibilidade destes nutrientes no capim-buffel sem suplementação nitrogenada.

Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2007), que avaliaram o efeito da deficiência de PB na dieta sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em novilhos mestiços, em dietas compostas de feno de tifton 85 com teores de PB de 4,91%, FDN de 85,27%, FDA de 38,5% e lignina de 4,76%, suplementadas com ureia, farelo de soja e farelo de glúten de milho-60. Os autores não observaram diferenças da

digestibilidade entre as dietas estudadas e atribuíram os altos valores de coeficiente de digestibilidade do tratamento controle aos baixos teores de lignina do feno utilizado.

Não houve efeito dos níveis de suplementação sobre os coeficientes de digestibilidade da FDN, que variaram de 76,2 a 78,3%. Apesar desses resultados aparentemente contrariarem as pressuposições sobre o consumo supracitadas, a dinâmica da fermentação envolve a degradação ruminal e de trânsito de partículas, ambos devem ser avaliados de forma integrada. A suplementação nitrogenada pode fornecer maior aporte de nitrogênio para os microrganismos, o que culmina na aceleração da utilização dos compostos potencialmente digestíveis, reduzindo o tempo necessário para que as partículas diminuíssem e atingissem a faixa de densidade específica para consequentemente serem removida para o trato posterior (ALLEN, 1996).

Assim, a suplementação com compostos nitrogenados eleva a taxa de degradação, mas reduz de forma simultânea o tempo disponível para que os microrganismos ruminais tenham ação sobre os substratos, causando um contrabalanceamento, indicando aparente ausência de efeitos sobre os coeficientes de digestibilidade da MS e FDN (SAMPAIO, 2009).

O aumento na digestibilidade da PB pode ser explicado pelo aumento do fornecimento de ureia por meio da suplementação, sendo esta considerada 100% degradada no rúmen e consequentemente 100% digestível. Como a digestibilidade considera apenas as perdas fecais, a maior digestibilidade encontrada nesse estudo não significa que houve um maior aproveitamento da PB, pois houve a elevação do nível de nitrogênio da dieta sem que houvesse elevação da digestibilidade da FDN e CNF, o que demonstra que a amônia liberada na hidrólise dos compostos nitrogenados não foi utilizada para síntese microbiana ruminal. A amônia, possivelmente, difundiu-se pela parede ruminal, elevando a excreção do nitrogênio pela urina e/ou o nível de ureia plasmática, sem que ocorra a elevação da incorporação de proteína no tecido animal.

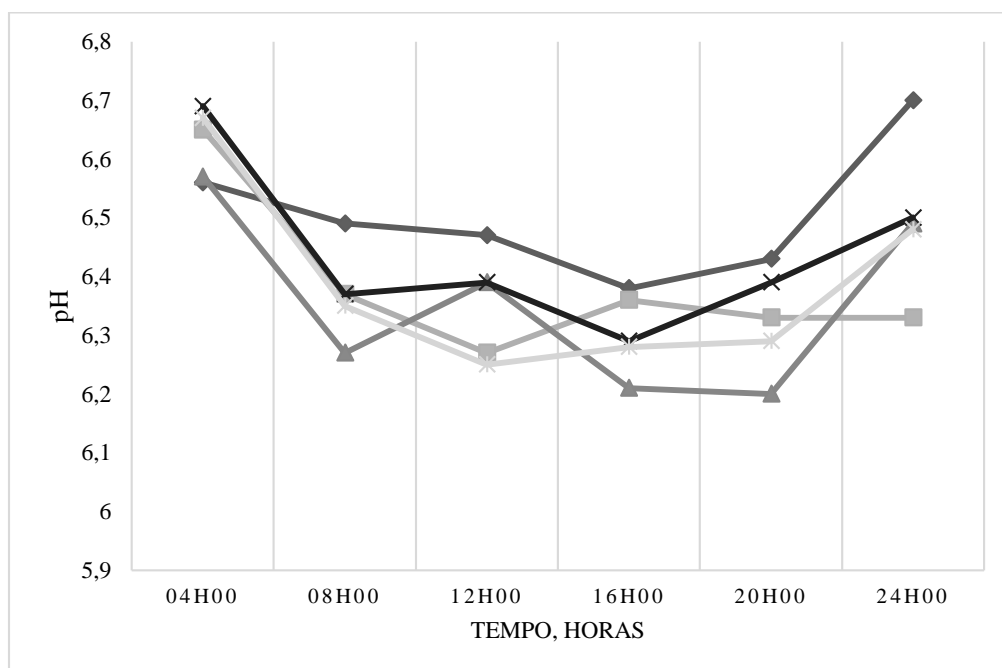
A variação linear crescente para a digestibilidade de EE é consistente com o fato de que houve aumento do consumo desse componente nutricional, devido aos níveis de suplementação e, assim, a elevação de utilização no trato gastrointestinal como um todo.

O pH do líquido ruminal não foi influenciado (Figura 1) ( $P>0,05$ ) pelo aumento da concentração de nitrogênio amoniacal, apresentando um pH no valor médio

de 6,43. Isto pode ser atribuído ao fato da dieta ser composta principalmente de material fibroso estimulando assim a ruminação e regulando o pH ruminal pelo bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). O Potencial Hidrogeniônico do líquido ruminal é regulado por um sistema complexo dependente do nível de fibra na dieta, do resultado líquido entre a produção e absorção de ácidos graxos de cadeia curta, do fluxo de saliva e da sua capacidade de tamponamento (ALVES *et al.*, 2016).

Sendo um importante parâmetro a ser avaliado, pois indica as características da dieta, além disso, qualquer alteração nesse parâmetro reflete diretamente na taxa de crescimento das bactérias e dos protozoários, e na predominância das espécies dos microrganismos no rúmen (MENDES *et al.*, 1998).

Para Martins *et al.* (2006), valores de pH acima de 6,0 favorece a manutenção do meio ruminal adequado para a aderência das bactérias celulolíticas às partículas de alimento. Desta forma, nesse estudo, todos os tratamentos estavam com a faixa de pH ótimo para o favorecimento da fermentação da fibra.



**Figura 1-** Valores médios do pH ruminal em função do tempo e do nível de suplementação de caprinos com nitrogênio amoniacal (♦ = 3,43 mg/dl de

NH<sub>3</sub>; ■ = 9,95 mg/dl de NH<sub>3</sub>; ▲ = 17,18 mg/dl de NH<sub>3</sub>; × = 23,02 mg/dl de NH<sub>3</sub>; e × = 33,68 mg/dl de NH<sub>3</sub>).

O nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) ruminal foi influenciado pela suplementação, apresentando comportamento linear crescente ( $\hat{Y}=6,48+3,78x$ ) (Figura 2) ( $p<0,05$ ).

**Tabela 3** – Valores médios de N-NH<sub>3</sub>, pH ruminal e concentrações de ácidos graxos de cadeia curta em líquido ruminal de caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.

Variáveis	Concentrações de N-NH <sub>3</sub> , mg/dL					EPM	CV	P
	3,43	9,95	17,18	23,02	33,68			
N-NH <sub>3</sub> , mg/dL	3,24	9,09	15,55	20,47	29,96	2,17	64,50	0,01
pH	6,51	6,42	6,36	6,43	6,42	0,09	1,98	0,87
Concentrações de ácidos graxos (mMol/L)								
Acetato	21,92	19,43	20,86	21,92	23,70	2,39	19,89	0,78
Propionato	3,71	3,70	3,80	3,80	4,25	0,44	15,95	0,89
Butirato	2,86	3,26	3,77	2,93	3,32	0,60	46,20	0,82
AGV Total	28,5	26,4	28,4	28,7	31,3	2,85	18,27	0,82

Esses resultados já eram esperados em virtude da alta taxa de hidrólise apresentada pela ureia, caracterizando-a como uma fonte prontamente disponível de nitrogênio. Sabe-se que a concentração de N-NH<sub>3</sub> no rúmen é uma variável importante, pois os microrganismos celulolíticos são dependentes do nitrogênio da amônia para sua síntese proteica. Segundo Manella *et al.* (2002), esta concentração é dependente da taxa de degradação da fonte proteica utilizada e do equilíbrio entre sua produção e utilização por parte dos microrganismos ruminais.

De acordo com Satter & Slyter (1974), o teor mínimo de N-NH<sub>3</sub> necessário para o crescimento microbiano adequado é de 5 mg/dL, concentrações inferiores a esse valor limitariam a atividade das bactérias celulolíticas do rúmen, diminuindo a síntese microbiana. Entretanto para forragens tropicais são necessários no mínimo 10 mg/dL N-NH<sub>3</sub> (LENG, 1990). Para Detmann *et al.* (2009), para que se forneça condições

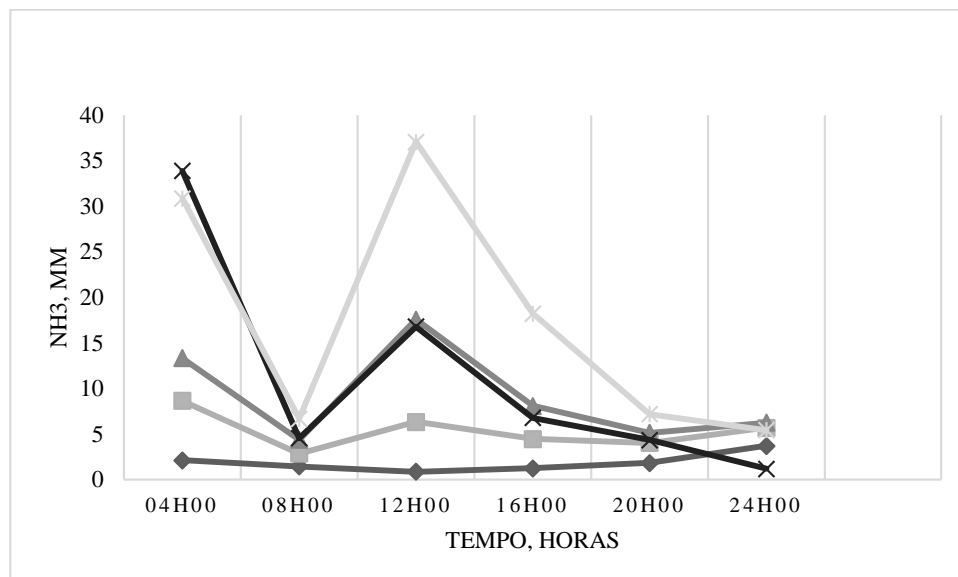
necessárias para a degradação com efetividade das fibras provenientes de forragem são necessários no mínimo 8 mg/dL N-NH<sub>3</sub>.

Contudo, os animais do tratamento controle, consumindo (51,10 g/kg) de PB obtiveram concentração 3,24 mg/dL N-NH<sub>3</sub>, apesar de estar abaixo dos limites críticos, a digestão da fibra não foi prejudicada (Tabela 2). Segundo Sampaio *et al.* (2009), a ingestão insuficiente de nitrogênio não limita a fermentação ruminal desde que a reciclagem de ureia através da saliva possa satisfazer requerimentos microbianos.

Ao avaliar de forma conjunta o comportamento do consumo voluntário da MS e da concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal, pode-se inferir que a maximização do consumo voluntário ocorreu na concentração de 14,48 mg/dL para caprinos; concentração próxima a encontrada por Detmann *et al.* (2009), que concluíram que 15 mg/dL de NH<sub>3</sub> no líquido ruminal acarretam na maximização do consumo de FDN, pois nessa concentração haveria um melhor balanceamento da relação proteína: energia para o metabolismo animal.

Por outro lado, para Leng (1990), é necessária concentração de NAR de 20 mg/dL para que ocorra a máxima digestão ruminal de forragens tropicais, embora o valor encontrado nesse estudo seja inferior, níveis mais elevados de NAR culminaram na redução de consumo, uma vez que o excesso poderia não ser utilizado em função da ausência de carboidratos prontamente disponíveis no ambiente ruminal.

O pico de N-NH<sub>3</sub> (37,09 mg/dL), foi obtido com a dieta fornecendo a concentração de amônia de 33,68 mg/dL às 12:00 horas do dia, que corresponde a quatro horas após a alimentação da manhã (Figura 2), essa maior concentração nos fluidos dos animais pode ser reflexo da falta de sincronia entre o uso de energia e a degradação proteica, culminando no maior acúmulo de nitrogênio no rúmen.



**Figura 2-** Valores médios da concentração de amônia ruminal em função do tempo e do nível de suplementação de caprinos com nitrogênio amoniacal (♦ = 3,43 mg/dl de  $\text{NH}_3$ ; ■ = 9,95 mg/dl de  $\text{NH}_3$ ; ▲ = 17,18 mg/dl de  $\text{NH}_3$ ; x = 23,02 mg/dl de  $\text{NH}_3$ ; e x = 33,68 mg/dl de  $\text{NH}_3$ ).

Os teores de acetato, propionato e butirato ruminal, e os AGCC totais não foram influenciados pela suplementação ( $p>0,05$ ) (Tabela 3).

Segundo Berchielli *et al.* (2006), os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são utilizados pelos animais ruminantes como a principal fonte energética, sendo o acetato, propionato e butirato os mais utilizados para essa finalidade, sendo estes provenientes preferencialmente da fermentação dos carboidratos.

Os resultados obtidos nesse estudo condizem com a natureza volumosa da dieta, uma vez que a proporção de cada AGCC é dependente do tipo de carboidrato fermentado, das bactérias que utilizam esses carboidratos como substrato, e do ambiente ruminal durante a fermentação (SOUZA *et al.*, 2010). A degradação ativa da fibra pela população microbiana, aliado a baixa disponibilidade de carboidrato não estruturais do feno e o pH acima de seis, que propicia as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos utilizarem a rota do acetato. Entretanto, mesmo com o incremento no consumo causado pela suplementação e a maior extração de energia dos carboidratos fibrosos do feno, não houve uma maior produção de AGCC para o metabolismo animal.

O consumo de nitrogênio (CN) e a excreção de nitrogênio na urina (NU) aumentaram linearmente com o incremento dos níveis do suplemento nas dietas ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4). Sendo este um comportamento esperado em virtude do aumento no teor desse componente nas dietas experimentais

**Tabela 4** - Balanço de nitrogênio dos caprinos suplementados com diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.

Variáveis <sup>1</sup> (g/dia)	Concentrações de N-NH <sub>3</sub> , mg/dL					EPM	CV	P
	3,43	9,95	17,18	23,02	33,68			
N consumido	8,18	26,05	14,53	16,00	16,90	7,90	96,14	14,52
N fecal	1,81	1,89	1,98	1,97	1,67	0,25	30,73	1,97
N urina	0,43	0,75	0,82	1,01	1,01	0,01	109,32	0,11
N retido	5,94	23,41	11,73	13,02	14,22	7,93	110,84	0,63

Segundo Alves (2014), a utilização do nitrogênio pela microbiota ruminal depende da liberação da amônia a partir da hidrólise da ureia, e da presença de energia no rúmen, para que desta forma ocorra a síntese de proteína microbiana. Entretanto, nesse estudo as fontes suplementares apresentavam alta degradabilidade ruminal e nenhuma fonte energética prontamente degradável foi incorporada à dieta, o que indica que provavelmente houve excesso de compostos nitrogenados dietéticos em relação à energia disponível. Quando há excessos, a amônia é absorvida pelo epitélio ruminal e chega ao fígado pela veia porta, onde ocorre a conversão em ureia num processo conhecido como ciclo da ureia. Desta forma a ureia pode voltar ao rúmen através do epitélio, saliva ou pode ser excretada pela urina.

Não houve efeito da suplementação sobre a excreção fecal de nitrogênio, o que pode ser explicado devido à natureza da dieta. Segundo Kozloski (2002), o aumento da quantidade de N fecal ocorre quando há um incremento da atividade fermentativa no intestino grosso, devido a um maior aporte de nitrogênio proporcionado pela proteína não degradada no rúmen. Neste estudo, todos os níveis de suplementação eram oriundos de proteína degradada no rúmen (PDR). Assim, a PDR que não é utilizada na síntese de proteína microbiana é excretada na urina e não nas fezes.



Nesse estudo houve balanço de nitrogênio positivo em todos os tratamentos, o que indica que ocorreu a retenção de proteína no organismo animal, sugerindo que as exigências proteicas de manutenção foram atendidas.

Segundo Zoula *et al.* (2006), o balanço de nitrogênio (BN) é obtido a partir da diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido pelo animal e o valor excretado por via urina e fezes, este valor pode ser positivo, negativo ou igual a zero (representando o equilíbrio). A partir da determinação desse balanço é possível a quantificação do metabolismo proteico do animal, demonstrando de forma específica o ganho ou a perda de proteínas pelo organismo (LADEIRA *et al.*, 2002).

O BN positivo obtido no tratamento controle com 5,5% de PB demonstra a importância da reciclagem de ureia para a manutenção dos níveis mínimos de nitrogênio para que haja o atendimento das exigências da microbiota ruminal. Entretanto, para Van Soest (1994), níveis proteicos de no mínimo 6 a 8% são necessários para que haja o fornecimento mínimo de nitrogênio para os microrganismos ruminais, desde que a reciclagem de nitrogênio seja efetiva, níveis inferiores a esses não supriria esses microrganismos e comprometeria o consumo e a digestibilidade.

Logo, infere-se que para a espécie caprina o teor de 5,5% PB ou 3,24 mg/dL N-NH<sub>3</sub> sejam suficientes para que ocorra o crescimento microbiano mínimo para manutenção da síntese microbiana e degradação dos substratos no rúmen. Segundo Devendra (1978), os caprinos são considerados mais eficientes que os ovinos e particularmente que os bovinos no que diz respeito à reciclagem de nitrogênio.

A quantidade de ureia reciclada não depende do N dietético, pois o pool de ureia no organismo está sob controle homeostático, o que tenderia a ser constante (VAN SOEST, 1994). Esta variação viria da eficiência da reciclagem de nitrogênio que, em condições de baixos teores de proteína na dieta, reduz perdas na urina, aumentando a proporção reciclada de nitrogênio, dietas com altos teores de proteína aumentam as perdas de nitrogênio pela urina (SANTOS *et al.*, 2001).

Levando-se em consideração todos os fatores analisados nesse estudo, é possível dizer que a suplementação com nitrogênio não proteico (NNP) propiciou benefícios sobre a utilização da forragem. Contudo, para definir os suplementos a serem utilizados em animais mantidos em situação similar a esse estudo, deve-se levar em consideração a utilização dos substratos energético da forragem, desta forma é recomendado prover

suplementação para que haja elevação da concentração de amônia ruminal para 14,48 mg/dL, com isso, há uma obtenção de maior quantidade de energia a baixo custo para o metabolismo animal. Aliado a isso, o uso de fontes de carboidratos nos suplementos provavelmente irá permitir que ocorra maiores ganhos de peso nos animais.

.

## **5 CONCLUSÃO**

A infusão ruminal de nitrogênio não proteico em quantidades que permitam a elevação da concentrações de N-amoniacal para 14,5 mg/dL proporciona otimização do aproveitamento do feno de capim-buffel para caprinos. Concentrações de nitrogênio amoniacal de 3,24 mg/dL no rúmen são suficientes para fornecer nitrogênio necessário para manter a atividade microbiana ruminal do feno de capim-buffel por caprinos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABO-DONIA, F. M. *et al.* Feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation activities in sheep-fed peanut hulls treated with *Trichoderma viride* or urea. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 1, p. 221-228, 2014.
- AGUIAR, S. R. *et al.* Desempenho de ovinos em confinamento, alimentados com níveis crescentes de levedura e ureia. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 411-416, 2007.
- ALLEN, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, 74(12):3063 – 3075.
- ALVES, A. R. *et al.* Fibra para ruminantes: aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PUBVET**, v. 10, p. 513-579, 2016.
- ALVES, E. M. *et al.* Comportamento de ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 439-445, 2010.
- ALVES, E. M. *et al.* Farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 3, p. 287-295, July-Sept. 2012.
- ALVES, E. M. *et al.* Nitrogen metabolismo and microbial synthesis in sheep fed diets containing slow release urea to replace the convencional urea. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 55-62, 2014.
- AOAC. CUNIFF, Pe. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International, 1997.
- ARAÚJO, G. G. L.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; OLIVEIRA, M. C. Alternativas atuais e potenciais de alimentação de caprinos e ovinos nos períodos secos no semi-árido brasileiro. **Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte**, v. 2, p. 553-564, 2003.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.
- BERCHIELLI, T.T., ANDRADE, P., FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BIZIKOVA, L. *et al.* Review of key initiatives and approaches to adaptation planning at the national level in semi-arid areas. **Regional Environmental Change**, v. 15, n. 5, p. 837-850, 2015. DOI: 10.1007/s10113-014-0710-0.

BORGES, N. C. *et al.* Physical-chemical and microbiological parameters of rumen fluid of confined sheep submitted to increasing levels of supplementation. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 392-399, 2011.

BRASIL. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 44, p.23-24, 2016. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2016\\_v44\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf)> Acesso em: 01 de abril de 2018.

CARVALHO, R. L. Avaliação bioeconômica da suplementação de bovinos e ovinos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Xaraés. 2011. **Tese (Doutorado em Agricultura Tropical)** - Universidade Federal de Mato Grosso.

CASTRO, W. J. R. *et al.* Suplementação de bovinos na seca. **PUBVET**, Londrina, V. 8, N. 5, Ed. 254, Art. 1685, Março, 2014.

CHANDRASEKHARAI AH, M. *et al.* Microbial protein synthesis, nitrogen capture efficiency and nutrient utilisation in sheep fed on finger millet straw (*Eleusine coracana*) based diet with different rumen-degradable nitrogen levels. **Society of Chemical Industry**, v. 91, p. 1505–1510, 2011.

CHIZZOTTI, M. L. *et al.* Excreção de creatinina em novilhos e novilhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

COELHO, D. L. Características estruturais e produtivas de *Brachiaria decumbens* Stapf. em monocultivo e em sistemas silvipastoris, na Zona da Mata de Pernambuco. 2016. 82 f. **Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia)** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

COSTA, N. L. *et al.* Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. **Archivos de Zootecnia**, 64, 31-41, 2015

COSTA, V.A.C. *et al.* Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.494-503, 2008.

DANTAS NETO, J. *et al.* Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do buffel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n 9, p.1867 – 1874, 2000.

DETMANN, E. *et al.* Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136–146, 2009.

DETMANN, E. *et al.* Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.115-164, 2007.

DEVENDRA, C. The digestive efficiency of goats. **World Rev. Anim. Prod.** 1978; 14:9–22.

FIGUEIRAS, J.F. *et al.* Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1303-1312, 2010.

GARCIA, R.; SILVA, U.R. Produtividade e características morfológicas do Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) cv. Gayndah. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.329-342, 1980.

GONZAGA NETO, S. *et al.* Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados de Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.

INSA, Instituto Nacional do Semiárido. Censo Demográfico do Semiárido Brasileiro. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/censosab/>>. Acesso em 17 de agosto de 2017.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª ed. Revista e ampliada. Santa Maria: Editora da UFSM, 2011.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.

LADEIRA, M.M. *et al.* Avaliação do feno de *Arachis pintoi* Utilizando o Ensaio de Digestibilidade in VIVO. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.31, n.6, p.2350-2356, 2002.

LAGE, F. F. Caracterização química e quantificação de compostos fenólicos em forrageiras. **UFLA**, Lavras - MG, set. 2009.

LENG, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of ‘poor-quality’ forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, 3, 277-303.

MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; LEME, P. R. Recria de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*: desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2274-2282, 2002.

MARENGO, J.A. *et al.* Two contrasting seasonal extremes in tropical South America in 2012: flood in Amazonia and drought in Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 26, n. 22, p. 9137-9154, 2013.

MARTINS, A. S. *et al.* Taxa de passagem e parâmetros ruminais em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1186-1193, 2006.

MEDEIROS H.R.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. Efeitos da fertilização com nitrogênio sobre a produção e eficiência do uso da água em capim-buffel. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.13-15, 2008.

MENDES LAVEZZO, O. E. N.; LAVEZZO, W.; WECHSLER, F. S. Estádio de desenvolvimento do milho. 3. Avaliação de silagens por intermédio de parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 171-178, 1998. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/65378>>.

MONÇÃO, F.P. *et al.* O capim-buffel. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p. 258-264, 2011.

MOREIRA, J. N. *et al.* Potencial de produção de capim-buffel na época seca no semi-árido Pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 03, p. 22-29, 2007.

MOREIRA, J. N. *et al.* Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

OLIVEIRA, M. C. de. **Capim-buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 18 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 27).

ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. 2.ed. International Feed Resources Unit. The Rowett Research Institute. Aberdeen Academic Press, 1992. 175p.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p.111-222, abr. 2002.

PAULINO, M. F. *et al.* Nutrição de bovinos em pastejo. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 4, 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO-UFV, 2008. p.131-169.

PEREIRA FILHO, J.M. *et al.* Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino. **Livestock Research for Rural Development**, v.19, n.2, 2007. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd19/1/pere19002.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

PEREIRA, L. G. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; TOMICH, T.R. Utilização da uréia na alimentação de ruminantes no semi-árido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. Biotecnologia e sustentabilidade: anais. Lavras: **UFPA**: SBZ, 2008.

PINHO, R. M. A. *et al.* Avaliação de fenos de capim-buffel colhido em diferentes alturas de corte. **Ver. Bras. Saúde Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 437-447, 2013.

PORTO, E. M. V. *et al.* Componentes estruturais de cultivares do capim-buffel submetidos à adubação nitrogenada. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, p. 85-90, jan - mar, 2014.

PRADO, I. N. *et al.* 2010. Alimentos usados para suplementação de bovinos de corte. In: Prado, I. N. (ed.) **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne**. Eduem, Maringá, Paraná, Brasil.

QUINTÃO, F. A. Valor nutritivo de dietas à base de feno de “COASTCROSS” suplementados com ureia ou amireia no desempenho de ovelhas da raça Santa Inês. 111 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2006.

REZENDE, L.H.G. *et al.* Consumo e digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação com mistura contendo sulfato de amônio, caseína e uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 717-723, 2008.

RIBEIRO, K. G. *et al.* Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de Capim - Tifton 85 de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 581-588, 2001.

ROSELER, D.K. *et al.* Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk no protein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.

SALEM, H. B.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v. 77, n. 2, p. 174-194, 2008.

SAMPAIO, C.B. *et al.* Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009.

SANTANA, M. C. A.; CAVALI, J. Fundamentos e avaliação comparativa de métodos para análise de lignina em forragens (foundations and comparative evaluation of methods for analysis of lignin in forages). **Revista electrónica de veterinaria**, v. 7, n. 11, nov. 2006.

SANTOS, F.A.P.; MENDONÇA, A.P. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de Ruminantes**, 2ª ed, Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2011, cap 9, p. 265-297, 2011.

SANTOS, G. R. A. *et al.* Caracterização do pasto de capim buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 454-463, 2005.

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B.; MODESTO, L. C. Recentes Avanços em Nitrogênio não Protéico na Nutrição de Vacas Leiteiras. In: **2º Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite: Novos conceitos em Nutrição**. Maringá-PR, p. 199-228, 2001.

SANTOS, P.M. *et al.* Mudanças climáticas e a pecuária: Cenários futuros para o Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, p.1176-1196, 2011.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British journal of nutrition**, v. 32, n. 02, p. 199-208, 1974.

SILVA, C.M.M.S.; SILVA, A.S.; MAIA, A.H.N. **Adaptabilidade de gramíneas forrageiras na região semi-árida do Sub-médio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 29 p. (Boletim de Pesquisa n.7).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa-UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

SILVA, E. A. *et al.* Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de tifton 85: consumo e digestibilidades total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2007, vol.36, n.1, pp.237-245. ISSN 1516-3598.

SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992. DOI: 10.2527/1992.70113562x

SOUZA, M.A. *et al.* Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p.1299-1310, 2010.

TAMMINGA, C.A. *et al.* Neuroleptic-induced vacuous chewing movements as an animal model of tardive dyskinesia: A study in three rat strains. **Psychopharmacology**, v.102, p.474-478, 1990.

TEIXEIRA, R.M.A. *et al.*; Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.11, p.711- 719, 2010.

TOSTO, M.S.L. *et al.* Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1890-1896, 2008.

VALADARES, R.F.D. *et al.* Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.



VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VERBIC, J. Factors affecting microbial protein synthesis in the rumen with emphasis on diets containing forages. **Viehwirtschaftliche Fachtagung**, v.24 – 25, p.1-6, 2002.

VOLTOLINI, T. V. *et al.* Urea levels in multiple supplement for lambs grazing on buffelgrass. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 461-465, 2010.

VOLTOLINI, T. V. *et al.* Fontes proteicas no suplemento concentrado de ovinos em pastejo. V. 31i1. 3875. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 61-67, 2009. DOI: 10.4025/actascianimsci.v31i1.3875.

VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L. de; SOUZA, R.A. Silagem de capim-búffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região Semiárida. (Embrapa Semiárido. Documentos, 259). Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2014.

VOLTOLINI, T.V.; MORAES, S.A.; ARAÚJO.G.G.L.; PEREIRA, L.G.R. Concentrate levels for lambs grazing on Buffel grass. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.216–222, 2011.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Proceedings**. 1999.

ZEOULA, L. M. *et al.* Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

ZIGUIER, E. A. *et al.* Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não-proteico, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 449-456, 2012.